

## INFLUENCIA BIOCLIMATICA DE LA EXTENSION DEL COLOR BLANCO Y NEGRO DEL PELAJE SOBRE LA PRODUCCION LECHERA DE VACAS HOLSTEIN EN CONDICIONES DE CLIMA TROPICAL CALIDO

Luis Phanor Manrique P.<sup>1</sup>

### COMPENDIO

*En la Hacienda «San José del Hato», en Palmira, Colombia, se establecieron tres categorías o clases de puntuaciones de pelajes según el porcentaje de la extensión del color blanco en vacas Holstein y tres observadores determinaron la frecuencia relativa vacas para cada categoría. Los registros productivos se estudiaron a través de análisis de varianza por el método de Cuadrados Mínimos y prueba de medias de Duncan.*

*Los resultados comprobaron el efecto de las categorías de color en la producción lechera a 305 días de lactancia y en la producción total de leche ( $P < 0.05$ ), siendo mejor productor el grupo de vacas con 40 - 60% de pelaje blanco. Estos resultados mostraron la influencia de la extensión del pelaje sobre la capacidad productiva del ganado Holstein para programas de selección en condiciones tropicales de clima tropical cálido.*

**Palabras claves:** Bioclimatología bovina. Holstein. Extensión del color. Pelaje. Producción lechera. Clima cálido

### ABSTRACT

#### BIOCLIMATIC INFLUENCE OF EXTENSION OF WHITE AND BLACK COAT COLOR ON HOLSTEIN COWS PRODUCTION IN A HOT TROPICAL CLIMATE

*Was determined the influence of the white and black hair coat percentage in Holstein cows managed under hot climate condition at the "San José del Hato" farm, located in Palmira, Cauca Valley, Colombia. Three categories or classes of hair score were established, according to the white color distribution and with three observers it was determined the relative frequency of cows within each color category. The productive data were studied through an Anova using the Least Squares means method and Duncan test for means separation.*

*The results were in agreement with the effect of color categories in the 305 days of milk production and in the total milk production ( $P < 0.05$ ), being the best producer the cows group with 40 - 60 % white hair coat. These results shown the influence of the hair coat surface over the productive capability of Holstein cattle for selection programs in tropical conditions of hot climates.*

**Key words:** Bovine bioclimatology. Holstein. Color extension. Hair coat. Milk production. Hot climate.

### INTRODUCCION

La significancia del color del pelaje del ganado bovino, como un factor de ajuste bioclimático, no se ha estudiado suficientemente en el medio tropical y menos las diversas proporciones o extensiones de los colores de los animales, relacionándolas con respuestas zootécnicas. El pelaje protege y es fundamental en la defensa externa del animal y juega un papel indispensable para aminorar la intensa radiación solar existente en las diversas regiones tropicales (HAFEZ, 1973; McFARLANE, 1973).

El color del pelaje se considera como un factor de tolerancia al calor y de adaptabilidad; se ha demostrado el efecto nocivo de la temperatura y la radiación combinadas, máxime que la cantidad de rayos ultravioletas aumentan 4% por cada 300 metros de altura (HARRIS, SHRODE & LEIGHTON, 1960; COLLIER *et al.*, 1981; HANSEN, 1990; RESTOM, 1996).

En la adaptación al trópico de bovinos trasladados de la zona templada se producen cambios generacionales, morfológicos externos e internos, fisiológicos, del comportamiento, etc., que permiten mejorar sus

<sup>1</sup> MSc., DrSc. Zool., Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. A.A. 237.

condiciones térmicas y metabólicas (FINCH, BENNETT & HOLMES, 1984). Es por ello que se ha investigado, como indicadores del grado de adaptación al trópico en ganados, originarios de climas templados ciertos índices fisiológicos (GUEVARA *et al.*, 1981), el aspecto físico, tamaño, características del pelaje, conformación y estructuras corporales del animal, etc., así como sus relaciones entre éstas, que constituyan atributos fundamentales que garanticen la producción lechera (RODRIGUEZ, 1987).

Algunas características de conformación pueden servir como indicadores fenotípicos y/o genéticos de la capacidad lechera, longevidad y uso general de las vacas (GRANTHAM *et al.*, 1974). La configuración y la producción son intereses esenciales en la cría y el mejoramiento genético del ganado lechero puesto que son compatibles, sin considerarse sustitutos uno del otro. Dentro del mismo grupo racial se encuentran individuos con capacidades diversas de adaptación a las condiciones climáticas imperantes de una región. Según VALLE, VELASQUEZ & GARCIA (1978), parte de la diversidad de variación se refleja por la calidad genética de los animales y por las condiciones del ambiente del lugar donde se explotan.

Por características genéticas, la raza Holstein presenta el pelaje con áreas blancas y negras en diversas proporciones, las cuales pueden ser fácilmente seleccionables, ya que los índices de herencia son elevados y precisos (VALLE, VELASQUEZ & GARCIA, 1978; BECERRIL *et al.*, 1994), indicando que se manifiestan en las diversas condiciones climáticas y se asocian con el estado de bienestar o confort del animal, lo que origina variadas respuestas productivas. Ciertos catálogos para la comercialización de semen de toros Holstein, como el Israel Holstein Sire Summaries, incluyen en los registros datos sobre la capacidad de transmisión genética de la extensión del pelaje blanco y negro de los reproductores, puesto que de los hallazgos de GUTIERREZ *et al.* (1988a), se infiere que la mayor o menor área de pelaje negro redundará en la capacidad termorreguladora de los animales.

A este respecto, VALLE (1980), analizó 1254 pesajes de terneros Holstein, desde el nacimiento hasta los 18 meses, con el fin de estimar los índices de herencia del comportamiento del incremento de peso según el porcentaje de área negra en la superficie corporal de los animales. Igualmente VALLE & VELASQUEZ (1980), realizaron el estudio etológico de novillas Holstein para conocer la importancia en el pelaje de la relación del área negra, dentro del proceso adaptativo, medida por el comportamiento en pastoreo. Asimismo, el trabajo realizado por GUTIERREZ, PEREZ-BEATO & MILANES

(1985), permitió conocer la relación entre el indicador productivo y la puntuación cualitativa de la extensión del color blanco y negro de vacas Holstein de primera y segunda lactancias.

En Cuba, GUTIERREZ *et al.* (1988b), investigaron la influencia de la extensión del porcentaje del pelaje negro sobre la producción lechera, como un indicador para la selección del Holstein tropical y MANRIQUE (1988), para determinar la adaptación por el comportamiento productivo y reproductivo de diversos ecotipos de la raza bovina Lucerna, uno de los atributos que tuvo en cuenta fue la extensión y uniformidad del color del pelaje de esta raza. Asimismo, un estudio de Bioclimatología bovina realizado por MANRIQUE (1993), determinó el efecto individual de la uniformidad del pelaje sobre el comportamiento zootécnico en tres clases de vacas de la raza Lucerna; igualmente VALLE, VELASQUEZ & GARCIA (1978), analizaron la influencia del porcentaje del área negra del pelaje sobre el peso al nacer de terneros Holstein, la producción de leche de vacas Holstein puras y sobre algunos componentes de la leche en vacas mestizas Holstein (VALLE, 1993). Por otra parte, BECERRIL *et al.* (1991, 1993) y GODFREY & HANSEN (1996) determinaron los efectos del porcentaje de color blanco y negro de vacas Holstein sobre la producción de grasa y de leche, en climas subtropical y tropical, respectivamente.

Los sistemas ganaderos participan en Colombia con el 23.1% del valor del producto agropecuario, el 7.4% de la producción industrial de carne y el 11% con la producción de lácteos, datos indicativos de la importancia de la industria pecuaria en la economía nacional.

La producción bovina lechera representa para el país el 3% del producto interno bruto, genera 30% de empleo del sector agropecuario y según ORTEGA (1994), la raza Holstein hace sus aportes a la lechería especializada en el medio tropical, dentro de la distribución de los sistemas lecheros. Por tanto, el objetivo del trabajo fue evaluar la influencia del porcentaje de la extensión del pelaje blanco y negro sobre parámetros productivos de vacas Holstein explotadas en la zona tropical en condición climática cálida.

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en la Hacienda « San José del Hato », localizada en el municipio de Palmira, Valle del Cauca, Colombia, la cual se encuentra situada a 3° 31' de Latitud Norte, 76° 10' de Longitud Oeste y a 1001 metros sobre el nivel del mar.

Presenta las siguientes características climáticas: Temperatura media anual mínima 19.1°C, máxima

29.4°C, temperatura promedio de 23.5°C, humedad relativa 78% y precipitación anual de 1100 mm de lluvias, con distribución bimodal durante el año. El promedio de luminosidad es de 5.6 horas de luz por día y la velocidad promedio de los vientos es de 2.5 m/segundo, con dirección nordeste. El lugar se clasifica climáticamente, según HOLDRIDGE (1976), como Bosque Seco Tropical y de acuerdo con TROLL (1994), como Tierra Caliente.

Se analizaron 243 registros zootécnicos certificados, correspondientes a 69 vacas de la Asociación Holstein de Colombia. Los porcentajes promedio de color blanco y negro en el pelaje se determinaron por tres (3) observadores, en apreciación visual bilateral. Las vacas se clasificaron en tres categorías, de acuerdo con el porcentaje de la extensión del área blanca, adaptando metodologías descritas por VALLE, VELASQUEZ & GARCIA (1978), KING *et al* (1988), GUTIERREZ *et al* (1988b) y BECERRIL & WILCOX (1992). Las categorías o clases fueron: Vacas con menos de 40% de blanco (N); 40-60% de blanco (BN) y vacas con más de 60% de blanco (B).

El plan de manejo y las prácticas alimenticias fueron las que se siguen normalmente en la explotación, con sistema intensivo de semiestabulación, la alimentación básicamente ensilaje de maíz, con suplementación al ordeño, de acuerdo con el estado productivo de los animales.

A los registros se les realizó un trabajo de actualización y ajustes de la producción lechera a 305 días de lactancia, transcripción, verificación de inconsistencias, codificación, procesamiento e interpretación de resultados. Se determinó la relación entre la extensión del pelaje blanco y las variables lecheras, al analizar los registros de los tres grupos experimentales, por medio de análisis de varianza por el método de Cuadrados Mínimos (HARVEY, 1975), con un modelo que ajustó a las variables dependientes de producción lechera corregida a 305 días de lactancia, producción en Equivalente de Madurez (EM) a 305 días de lactación, producción total de leche y duración en días del período de lactación, los efectos de orden de parto y lactancia, clase o categoría de color del pelaje, con la correspondiente interacción. Se verificaron algunas presuposiciones del análisis estadístico, utilizando prueba de comparación de medias de DUNCAN (1955) a las clases o categorías de color experimentales.

## RESULTADOS

### Frecuencia de Vacas por Porcentaje de Blanco

Las respuestas generales de producción lechera a 305 días de lactancia, producción en EM a 305 días de

lactación y producción lechera total fueron 5821, 6198 y 6334 kg de leche, respectivamente. La duración promedio del período de lactancia fue de 351 días.

Fue mayor el porcentaje de vacas con pelajes oscuros (N: 50.7%), seguida de los animales con pelaje blanco (B: 29.0%) y en último término, con el 20.3%, para el grupo de animales con el 40-60% de blanco (BN). Igual tendencia se observó con el número de registros utilizados para los análisis estadísticos (Cuadro 1).

**CUADRO 1. Distribución del número y el porcentaje de vacas Holstein clasificadas por la extensión del área blanca en la hacienda "San José del Hato".**

Categorías o clases de Color	Blanco ( % )	San José del Hato		
		Vacas	%	n
1	<40	35	50.7	127
2	40-60	14	20.3	57
3	>60	20	29.0	59
Total		69	100.0	243

n: Número de registros productivos analizados

### Resultados productivos por Categorías de Pelajes

El Cuadro 2 presenta los promedios de las variables productivas y la duración del período de lactancia de los tres grupos de vacas y el Cuadro 3, el resumen del análisis de varianza para esta condición climática.

El grupo de vacas con el 40-60% de pelaje blanco (categoría 2), presentó la mejor producción lechera ajustada a 305 días, 6222 kg de leche; en la categoría 1, los rendimientos fueron los más bajos, 5619 kg de leche, con diferencia estadística ( $P < 0.05$ ), con respecto al grupo de la categoría 2.

Igual propensión se presentó para la producción total de leche, en la cual hubo diferencia significativa entre las categorías 1 y 2, a favor de ésta última, no presentándose con la clase 3 ( $> 60\%$  blanco). La producción en EM a 305 días de lactancia no presentó diferencias ( $P < 0.05$ ) entre las tres categorías de color en las vacas Holstein, pero la respuesta lechera fue superior en el grupo con 40 - 60% de blanco, con un rendimiento promedio de 6344 kg de leche (Cuadros 2 y 3).

El análisis de varianza no mostró diferencias estadísticas para la duración de los períodos de lactancia entre las tres clases o categorías de color de pelajes de las vacas (Cuadro 3).

**CUADRO 2. Promedios de producción lechera y duración de la lactancia en las tres categorías de pelajes de vacas Holstein en la Hacienda «San José del Hato»**

Categorías o clases de Color	Blanco ( % )	San José del Hato			
		Prod 305 (kg)	EM305 (kg)	Prod total (kg)	Lact. (días)
1	<40	5619b	6110a	6069b	344a
2	40-60	6222a	6344a	6886a	360a
3	>60	5980ab	6262a	6529ab	359a

Los promedios con distintas letras en las columnas son estadísticamente diferentes al nivel del 5% (DUNCAN, 1955)

**CUADRO 3. Síntesis del Análisis de Varianza de las Variables de Producción Lechera y Duración de la Lactancia de acuerdo a las Categorías de Pelajes de Vacas Holstein en la Hacienda «San José del Hato»**

Variables estudiadas	San José del Hato	
	GL	CM
Producción 305 días	2	51550554.37*
Producción EM 305 días	2	3356925.50
Producción Total	2	8509679.00*
Período Lactancia	2	3744.44664

\* Significancia al nivel del 5% (MEAD, CURNOW & HASTED, 1993)

## DISCUSION

En la población de vacas se presentó un desbalance en la frecuencia del número de ejemplares en las tres categorías o clases de distribución de los colores (Cuadro 1, Figura 1), predominando el pelaje oscuro (N: 50.7%), condición influyente, ya que el color del pelaje afecta la producción lechera cuando el ganado es expuesto a las condiciones climáticas cálidas (FINCH, BENNETT & HOLMES, 1984).

Esta experiencia se realizó en investigaciones similares, determinando las frecuencias de vacas Holstein con diversos porcentajes de colores blanco y negro. El trabajo hecho por KING *et al* (1988), en Arizona, EUA, registró en 432 vacas Holstein una frecuencia del 43% con capa de color oscuro, 42% con pelaje entre 40 a 60% negro y el 15% de las vacas con pelaje blanco. La clasificación que hizo HANSEN (1990), con 20 vacas Holstein lactantes en La Florida (EUA), fue diferente, nueve animales (45%) predominantemente blancos (> 70% blanco) y 11 con más del 70% oscuro. También, con una población de

520 vacas Holstein GODFREY & HANSEN (1996), clasificaron el 74.1% de los animales con predominio de pelaje oscuro, característica poco apropiada para el ambiente caribeño de las Islas Vírgenes.

Los valores promedios de las variables productivas y de duración del período de lactancia en los tres grupos de categorías (Cuadro 2, Figura 2), coinciden, en parte, con las citadas por VALLE, VELASQUEZ & GARCIA (1978), cuyos resultados demostraron que el grupo de vacas Holstein con el 40- 60% de pelaje blanco presentaron una de las mayores producciones, decayendo de manera pronunciada en el grupo de animales con predominio de color blanco. De otro lado GUTIERREZ, PEREZ-BEATO & MILANES (1985), encontraron influencia significativa de la extensión del color del pelaje sobre la producción lechera de vacas Holstein, siendo favorable al grupo de animales más oscuros, difiriendo esta respuesta del concepto aceptado como estándar racial para condiciones climáticas con temperaturas y radiación intensas, elementos propios de la zona tropical; según estos autores, parece haber cierta asociación entre la producción lechera y la extensión del color negro en el pelaje de vacas Holstein.

El trabajo de PEREZ - BEATO & GUTIERREZ (1987), utilizando 110 vacas Holstein, obtuvieron las ecuaciones, con alta confiabilidad estadística, para determinar el efecto conjunto del temperamento lechero y la proporción de los colores del pelaje sobre la producción diaria de leche y la velocidad del ordeño. Asimismo GUTIERREZ *et al* (1988a), pudieron constatar que el color del pelaje de vacas Holstein está asociado con ciertas características de la piel y el pelo, demostrando que las áreas negras presentaron menor longitud del pelo, mayor número de glándulas cutáneas y capacidad sudoral lo cual infiere que la mayor o menor extensión de color blanco o negro redundará en las distintas capacidades termorreguladoras de los animales.

Para seleccionar ejemplares Holstein buenos productores y con adaptación al trópico, GUTIERREZ *et al* (1986b), buscaron como indicadores biológicos, que reflejaran la capacidad de resistencia al clima de Cuba, la coloración del pelo y la piel y determinaron la influencia del % de la extensión del color negro y blanco sobre la producción lechera a 100 días de lactación, encontrando que las mayores producciones sucedieron en vacas con 45 y 55% de área negra, coincidiendo con la tendencia lechera en la condición climática estudiada (Figura 2). Se reporta también, por parte de KING *et al* (1988), que en un hato comercial de ganado Holstein

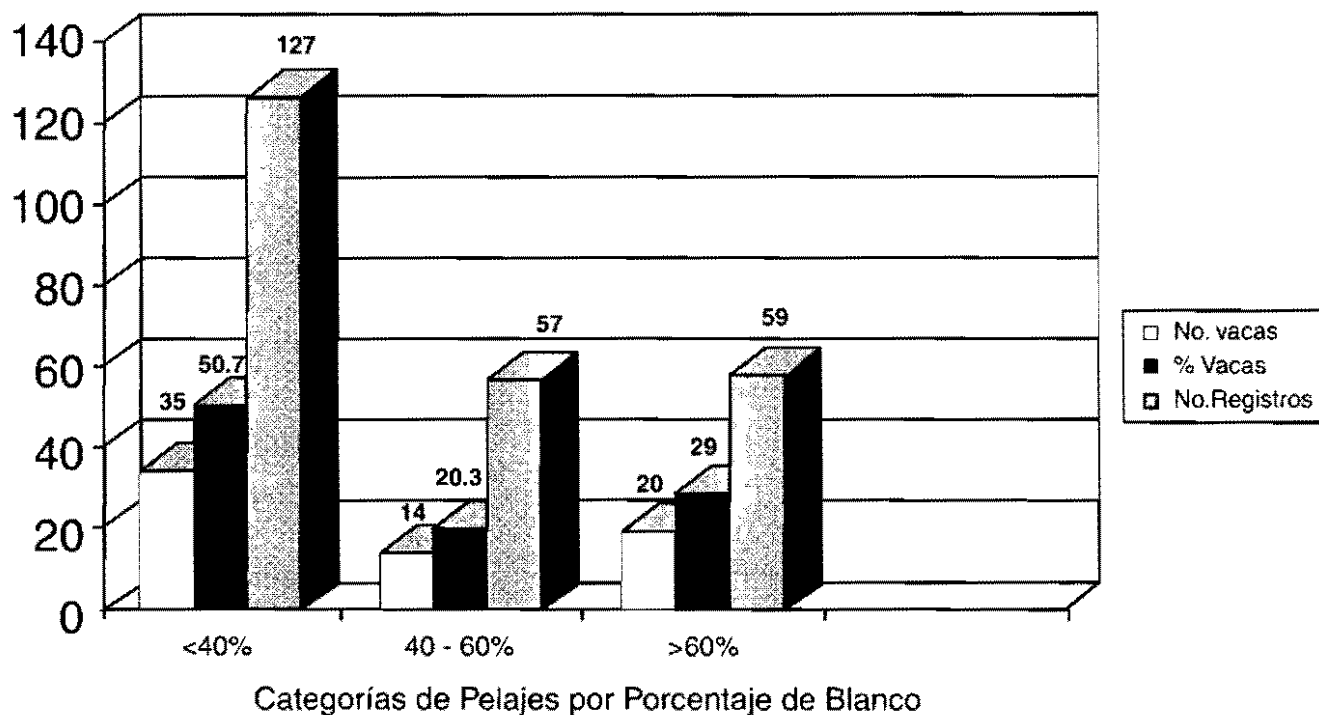


FIGURA 1. Distribución del número y porcentajes en las tres categorías de pelajes de Vacas Holstein en la Hacienda "San José del Hato"

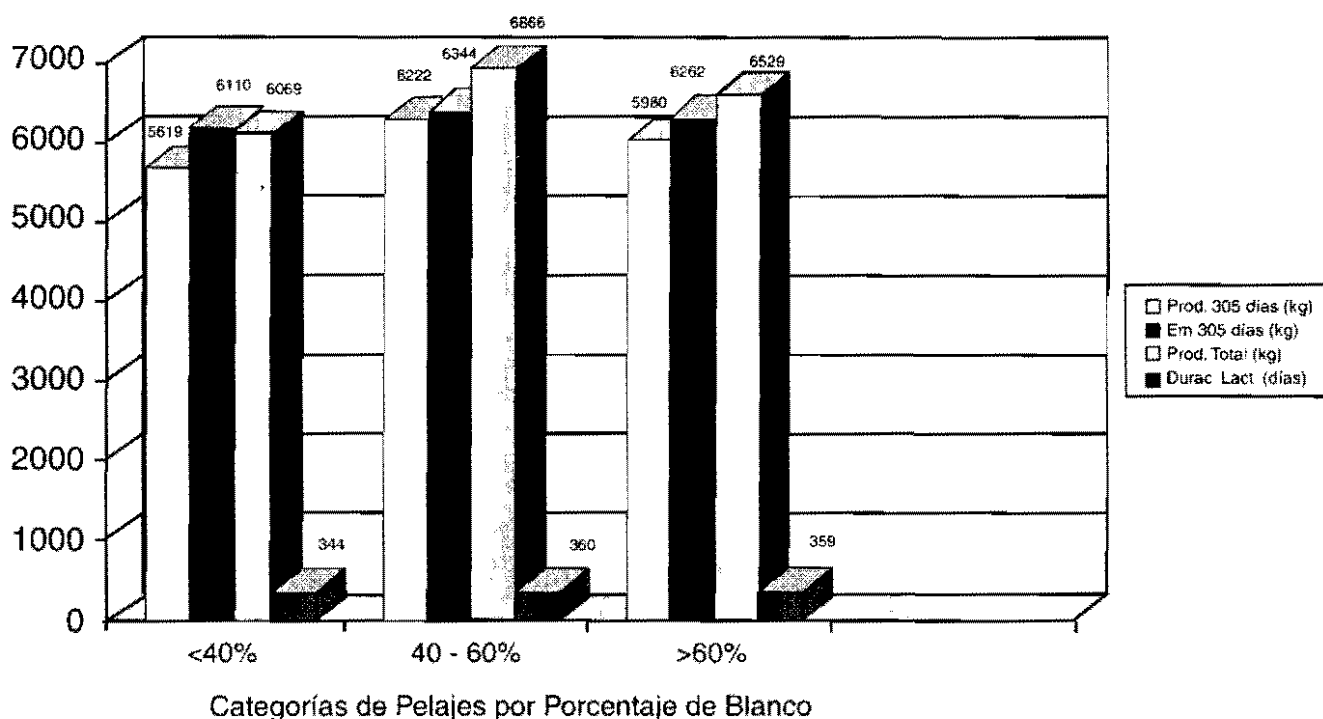


FIGURA 2. Promedios de producción lechera en las tres categorías de pelajes de Vacas Holstein en la Hacienda "San José del Hato"

en Arizona (EUA), el grupo de vacas con pelaje predominantemente blanco produjo, durante el verano, hasta 4% más de leche que vacas con pelaje oscuro, respuesta debida al hecho que los colores claros absorben 40 a 50% menos radiación solar.

Asimismo estos últimos autores encontraron que la extensión del % de color blanco y negro no fue una fuente de variación significativa para la producción en EM a 305 días de lactancia, en forma similar a los resultados encontrados en la Hacienda «San José del Hato», donde, a pesar de no evidenciarse diferencias estadísticas, el grupo de vacas con 40 - 60% de pelaje blanco (categoría 2), presentó la mayor producción de leche en EM a 305 días de lactación (Cuadro 2, Figura 2).

Un trabajo basado en análisis de correlación determinó para GODFREY & HANSEN (1996), encontrar que el color del pelaje no influyó en la producción lechera de vacas Holstein y fue de poca importancia para el medio tropical semiárido de la isla caribeña de St. Croix. Para HERNANDEZ, URBINA & MARTINEZ (1997), la producción lechera de vacas Holstein explotadas en la Sabana de Bogotá, Colombia, está explicada en un 34% por el efecto del porcentaje del color blanco o negro, sugiriendo que para esta región la selección de vacas Holstein con predominio de pelaje blanco podría mejorar el comportamiento productivo del hato lechero.

Por otra parte y con la finalidad de conocer la influencia del porcentaje del área blanca en vacas Holstein, BECERRIL *et al* (1993), determinaron, con base en 4293 primeras lactancias, el coeficiente de regresión (1.91 kg de leche) de la producción lechera por cada unidad porcentual de color blanco, el cual tuvo una significativa asociación lineal. Un trabajo similar de BECERRIL *et al* (1991), relacionó linealmente el % de blanco con la

producción lechera, con un coeficiente de regresión de 2.75 kg ( $P < 0.02$ ).

Las diferencias en producción lechera que presentaron los grupos de vacas en las diferentes categorías o clases de extensión del pelaje blanco y/o negro, puede ser económicamente importante, principalmente para la toma de decisiones al seleccionar los reproductores, pues existen evidencias científicas indicativas de que el color del pelaje es altamente heredable, siendo más alta que la mayoría de las otras características del ganado lechero (BECERRIL *et al*, 1994).

Los resultados promedios de los días de duración de los periodos de lactancia (Cuadro 2, Figura 2) fueron bastante similares a los obtenidos por BECERRIL, ROMAN & CASTILLO (1981), que analizaron los registros lecheros de vacas Holstein, señalando en 296 días la duración del periodo de lactancia. ALBERRO (1980) encontró para la primera lactancia de vacas mestizas Holstein x Africander, una duración promedio del periodo de lactación de 246 días, resultado que denota el mejoramiento en los datos analizados para la condición climática cálida de la Hacienda «San José del Hato», puesto que esta característica, según VALLE & MOURA (1978), tiene mayor influencia genética que ambiental.

El análisis de varianza (Cuadro 3), demostró que para la condición climática cálida no se presentaron efectos significativos sobre la duración del periodo de lactancia de las vacas Holstein clasificadas en las categorías o clases del % de color blanco en el pelaje para presentar, respectivamente, periodos de lactación de 344, 360 y 359 días, desempeño que puede ser explicado, en parte, porque las características propias de la raza Holstein están presentes para determinar lactancias con duraciones normales o con cierta persistencia.

## BIBLIOGRAFIA

ALBERRO, M. Comparative performance of Holstein Friesian, Dutch Friesian and Friesian x Africander heifers in the Coastal Belt in Mozambique. *Animal Production* 31 (1): 43-59, 1980.

BECERRIL, R.C.; ROMAN, P.H. & CASTILLO, R.H. Comportamiento productivo de vacas Holstein, Pardo Suizo y sus cruces con Cebú F1 en clima tropical. *Técnica Pecuaria en México* (40): 16-24, 1981.

BECERRIL, C.M. *et al*. Effects of percentage of white coat color on Holstein production and reproduction in a subtropical environment. *J. Dairy Sci* 76 (8): 2286-2291, 1993.

\_\_\_\_\_. Effects of white coat color percentage on milk and fat yields of Holstein cows. *J. Dairy Sci* 74 (Suppl. 1): 228, p. 438 (Abstr.), 1991.

\_\_\_\_\_. Transformation of measurements percentage of white coat color for Holstein and estimation of heritability. *J. Dairy Sci* 77 (9): 2651-2657, 1994.

BECERRIL, C.M. and WILCOX, C.J. Determination of percentage of white coat color from registry certificates in Holstein. *J. Dairy Sci* 75 (12): 3582-3586, 1992.

COLLIER, R. J. *et al*. Shade management in subtropical environment for milk yield and composition in Holstein and Jersey cows. *J. Dairy Sci* 64 (5): 844-849, 1981.

DUNCAN, D.B. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11 (1): 1-42, 1955.

FINCH, V.A.; BENNETT, I.L. & HOLMES, C.R. Coat colour in cattle: Effect on thermal balance, behaviour and growth and relationship with coat type. *J. Agric. Sci* 102 (1): 141-147, 1984.

GODFREY, R.W. and HANSEN, P.J. Reproduction and milk yield of Holstein cows in the US Virgin Islands as influenced by time of year and coat color. *Archivo Latinoamericano de Producción Animal* 4 (1): 31-44, 1996.

- GRANTHAMN, J.A. *et al.* Genetic relationships between milk production and type in Holstein. *J Dairy Sci* 57 (12): 1483-1488. 1974.
- GUEVARA, L.A. *et al.* Factores climáticos en índices fisiológicos de vacas lecheras. Memorias Reunión ALPA, Santo Domingo, República Dominicana, F-7. 1981.
- GUTIERREZ, M.; PEREZ-BEATO, O. y MILANES, M. Estructura y coloración del pelaje de la raza Holstein en el trópico y sus implicaciones productivas. *Rev Salud Animal* 7 (4): 463-469. 1985.
- GUTIERREZ, M. *et al.* Capa del ganado Holstein Friesian en clima tropical: Diferencias morfológicas entre áreas blanca y negra. *Rev Salud Animal* 10 (2) : 143-149. 1988a
- \_\_\_\_\_. Capa del ganado Holstein Friesian en clima tropical: Influencia de la extensión del pelaje negro sobre la producción láctea. *Rev Salud Animal* 10 (4): 328-332, 1988b.
- HAFEZ, E.S.E. Efectos del medio en la productividad animal. *In*: HAFEZ, E.S.E. Adaptación de los animales domésticos. Barcelona : Labor, 1973.
- HANSEN, P.J. Effects of coat colour on physiological responses to solar radiation in Holstein. *Veterinary Record* 1217 (13): 333-334, 1990.
- HARRIS, L.D. ; SHRODE, R.R. & LEIGHTON, R.E. A study of solar radiation as related to physiological and production responses of lactating Holstein and Jersey cows. *J Dairy Sci* 43 (9): 1255-1262. 1960.
- HARVEY, W.R. Least squares analysis of data with unequeal subclass numbers. Washington, USDA. Agricultural Research Service, 1975 (Paper ARS H - 4).
- HERNANDEZ, C.F.; URBINA, R.N. y MARTINEZ, R.N. Efecto de la radiación solar sobre la producción, reproducción e incidencia de lesiones cutáneas en ganado Holstein en la Sabana de Bogotá de acuerdo a la distribución del color de la capa del pelo. Memorias IV ENICIP, Medellín, Colombia. 1997.
- HOLDRIDGE, L.R. Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center, 1976.
- KING, V.L. *et al.* Effects of a hot climate on the performance of first lactation Holstein cows grouped by coat color. *J Dairy Sci* 71(4): 1093-1906. 1988.
- McFARLANE, W.V. Adaptación de los rumiantes a los trópicos y desiertos. *In*: HAFEZ, E.S.E. Adaptación de los animales domésticos. Barcelona : Labor, 1973.
- MANRIQUE, P.L.P. Adaptação e desempenho dos ecótipos da raça Lucerna nas condições tropicais de Bugatagrande, Colombia. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1988 (Tesis DrSc).
- \_\_\_\_\_. Influencia del color y la uniformidad del pelaje sobre el comportamiento productivo de vacas lecheras en condiciones tropicales. *Acta Agron* 43 (1- 4): 150-155, 1993.
- MEAD, R.; CURNOW, R.N. and HASTED, A.M. Statistical methods in agriculture and experimental biology. London: Chapman & Hall, 1993.
- ORTEGA, G.A. Producción de leche en condiciones tropicales. Santafé de Bogotá : Usta, 1994.
- PEREZ-BEATO, O. & GUTIERREZ, M. Temperamento lechero de la raza Holstein Friesian en el trópico. II. Efecto concomitante de la extensión del pelaje negro en la producción láctea. *Rev Salud Animal* 9 (4): 304-309, 1987.
- RESTOM, B.F. Ganadería: Herencia, trópico y doble propósito. Cartagena de Indias: F. Restom, 1996.
- RODRIGUEZ, R. Clasificación por tipo en ganado lechero. Boletín de Reseñas: Mejoramiento Animal. La Habana, CIDA, 1987.
- TROLL, C. Dir tropischen gebirge. *In*: MULLER - SAMANN, K.L. & KOTSCH, J. Sustaining growth: Soil fertility management in tropical smallholdings. Weikersheim: Margraf Verlag, 1994.
- VALLE, A. Importancia del porcentaje de pelo negro en animales Holstein sobre el proceso adaptativo. I. Crecimiento ponderal hasta 18 meses. *Agron Trop* 30 (1 - 6): 159-179, 1980.
- \_\_\_\_\_. Importancia del porcentaje de área negra en animales Holstein sobre el proceso adaptativo. VI. Componentes de la leche. *Ciencia e Investigación Agraria* 20 (2): 65-66, 1993.
- VALLE, A. y MOURA, D.F.A. Comportamiento productivo y estimación de los parámetros genéticos de la raza Holstein en un clima tropical húmedo del Brasil. *Agron Trop* 28 (3): 177 - 193, 1978.
- \_\_\_\_\_. y VELASQUEZ, J. Importancia del porcentaje de pelaje negro en animales Holstein sobre el proceso adaptativo. II. Comportamiento en pastoreo. *Agron Trop* 30 (1- 6): 181-200, 1980.
- VALLE, A.; VELASQUEZ, J. & GARCIA, E. El índice de herencia del porcentaje de pelaje negro en bovinos Holstein y su importancia zootécnica. *Agron Trop* 28 (3): 195-204, 1978.